

## Análisis de fragmentación en colonias del perrito llanero mexicano (*Cynomys mexicanus*)

DINO ULISES GONZÁLEZ\*, EDUARDO ESTRADA C.\*, CÉSAR CANTÚ A.\*

En el noreste del país, en los estados de Nuevo León, Coahuila y San Luis Potosí habita el perrito llanero mexicano (*Cynomys mexicanus*), su rango geográfico ha sido estudiado por diversos autores.<sup>1-6</sup> Es una especie endémica de Nuevo León, Coahuila y San Luis Potosí, declarada en la categoría en peligro de extinción por la unión mundial para la naturaleza (UICN), y enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como en peligro de extinción.<sup>7-9</sup>

El hábitat del *C. mexicanus* ha estado expuesto a cambios de uso del suelo para agricultura y pastoreo; en otras palabras, las colonias han sido fragmentadas por la acción del hombre, causándoles desconexión y aislamiento.<sup>5</sup>

Esta especie forma unidades sociales llamadas familias, y los grupos de éstas reciben el nombre de colonias.<sup>10,11</sup> Como parte de su comportamiento, los animales se dispersan dentro y hacia otras colonias, la finalidad es reproductiva y de ampliar su territorio; a este conjunto de colonias que mantiene un potencial reproductivo se le denomina metapoblación. Este movimiento de animales es una característica ecológica que permite regular y mejorar la estructura de la población y la distribución espacial de los individuos, la distancia que hay entre colonias es importante; por un lado, facilita la dispersión natural, y por otro, evita la endogamia.<sup>11-13</sup>

En las investigaciones realizadas acerca del perrito llanero mexicano y el perrito cola negra (*C.*



*ludovicianus*), se encontró que las distancias de dispersión entre colonias cambian por efecto de la fragmentación del hábitat, manifestada por barreras que impiden la dispersión natural e interacción de los animales entre las colonias.<sup>10,14-16</sup> Este tipo de restricciones ecológicas promueven la endogamia y rompen la evolución social del grupo.<sup>12,13</sup>

Un estudio en *C. mexicanus* que analizó el efecto de la fragmentación en colonias activas,<sup>5</sup> no tomó en cuenta una distancia máxima de dispersión de los animales. Si bien el objetivo de la investigación fue conocer el rango geográfico del perrito, el análisis citado dio información importante, aunque no con los requisitos básicos propios de un análisis de este tipo.<sup>17</sup> Otra investigación sobre el perrito coin-

\* Universidad Autónoma de Nuevo León, FCF.  
digon\_mx@yahoo.com

ció en estudiar el rango geográfico y en mencionar la importancia de la fragmentación humana como la causa del cambio del rango del animal, tratando de explicarlo con un análisis de fragmentación; sin embargo, no reportó dichos resultados.<sup>6</sup> Este mismo tipo de análisis se hizo en colonias de *C. ludovicianus* en Chihuahua, y se aplicaron todos los requisitos al estudio.<sup>14</sup> Asimismo, se encontró que la distancia de dispersión intracolonia de *C. mexicanus* coincide aproximadamente con la del perrito cola negra.<sup>18</sup>

El análisis de fragmentación depende de la superficie actual ocupada por las colonias activas del perrito llanero, y la distribución histórica nos informa del cambio de la superficie en el tiempo; en la tabla I se muestra cómo ha disminuido dicha superficie.

La importancia de estos reportes es que muestran el patrón de la distribución del organismo en distintos tiempos, que es un componente básico de la ecología y unidad básica de la biogeografía.<sup>19,20</sup> Sólo Treviño y Grant<sup>5</sup> aplicaron el análisis de fragmentación a las colonias de *C. mexicanus*, y a trece años se desconoce el estado de las colonias por este factor.

El propósito de este trabajo es cuantificar el estado actual de las colonias activas de perrito llanero, a través de un análisis de fragmentación, siendo éste el objetivo principal de la investigación.

Tabla I. Superficies de colonias activas del perrito llanero mexicano *Cynomys mexicanus*.

Autor	Superficie km <sup>2</sup>
Ceballos y Wilson (1985)	800
Treviño-Villarreal (1990)	800
Ceballos <i>et al.</i> (1993)	600
Treviño y Grant (1998)	478*
Scott-Morales <i>et al.</i> (2004)	322

## Materiales y métodos

### Área de estudio

Las colonias de perrito llanero mexicano se encuentran en el Altiplano Mexicano, incluidas en los estados de Nuevo León, Coahuila y San Luis Potosí (figura 1).

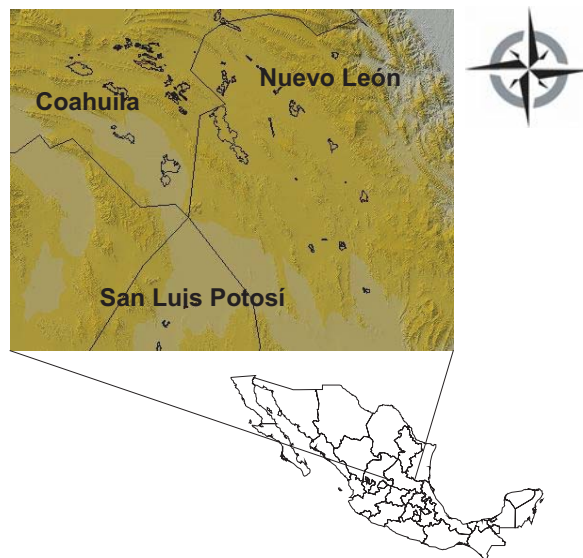


Fig. 1. Mapa del área de estudio.

Para conocer el área ocupada por colonias de perrito llanero, se realizaron recorridos a pie, usando GPS (eTrex Legend Garmin). Se tomaron en cuenta las localidades reportadas por Treviño y Grant<sup>5</sup>, y se marcaron los perímetros de cada una de las colonias, obteniendo una base de datos proyectada en UTM con el Datum WGS84. El producto final asemeja parches (colonias activas) que se proyectaron en Google Earth, para tener una perspectiva del hábitat estudiado.

### Análisis estadístico

Se realizó un análisis de fragmentación para las colonias activas del perrito llanero mexicano con base en el método propuesto por Treviño y Grant,<sup>5</sup> For-

man y Godron,<sup>17</sup> y Dramstad *et al.*,<sup>21</sup> el cual consiste en relacionar el área de cada colonia con las distancias de los parches vecinos, y así se obtienen tres estimaciones: (1) interacción entre colonias ( $l_i$ ), (2) aislamiento de la colonia ( $r_i$ ) y (3) conectividad ( $a_i$ ) del parche.<sup>5</sup> La dispersión en perrito indica que deben ser tomadas en cuenta dos distancias, una para considerar que se trata de una misma colonia (dispersión intracolonia), dada por 200 m,<sup>14,18</sup> y la segunda que indica hasta donde pueden dispersarse los animales (dispersión intercolonial), y que se ha reportado como de 5,000 m.<sup>10,14,22</sup>

$$1) l_i = \sum_{j=1}^n \frac{A_j}{d_{ij}^2} \quad (2) r_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n d_{ij} \quad (3) a_i = \sum_{j=1}^n d_{ij}$$

donde:  $n$ = número de colonias vecinas consideradas,  $A_j$ = área de la  $j$ -ésima colonia en consideración,  $d_{ij}$ = distancia entre la  $i$ -ésima y  $j$ -ésima colonia.

Para los cálculos se usó Fragstats (ver 3.3)<sup>24</sup> y Patch Analyst (ver 3.1)<sup>23</sup> no se tomaron en cuenta las distancias lineales entre colonias vecinas que fueran interrumpidas por barreras geográficas.

## Resultados y discusión

### Superficie actual

La proporción de superficie ocupada por *C. mexicanus* se muestra en la figura 2.

### Análisis de fragmentación

Al usar Patch Analyst,<sup>23</sup> se obtuvo una base de datos de imágenes áreas de parches-colonias, este mismo resultado fue confirmado en Fragstats,<sup>24</sup> el cual dio los valores de  $l_i$  (interacción entre colonias),  $r_i$  (aislamiento de la colonia),  $a_i$  (conectividad del parche)

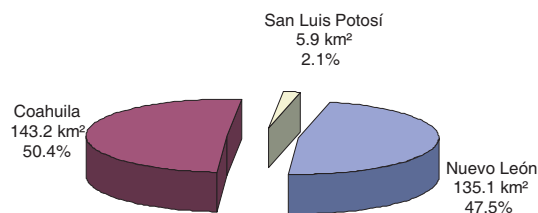


Fig. 2. Superficie actual de colonias de perrito llanero.

para cada una de las colonias activas. Notamos, en este último análisis, dos aspectos que hacen impreciso nuestro estudio: primero, hay una sobreestimación de los índices, por el aumento de los bordes en cada una de las colonias; y segundo, el programa Fragstats toma en cuenta todas las colonias vecinas a 5,000 m de distancia, aun con barreras geográficas. Por lo que se desecharon estos resultados y los cálculos se realizaron con Excel en una matriz de doble entrada en la que se consideró la distancia posible entre la  $i$ -ésima y  $j$ -ésima colonia. Las mediciones entre colonias vecinas fueron realizadas en ArcView, y confirmadas en Google Earth.

Las áreas de las colonias de perrito llanero mexicano se dividieron en cinco categorías de superficie: 1) menos de 1 ha; 2) 1.1 a 10 ha; 3) 10.1 a 100; 4) 100.1 a 1,000 ha; 5) más de 1,000.1 ha.<sup>14</sup>

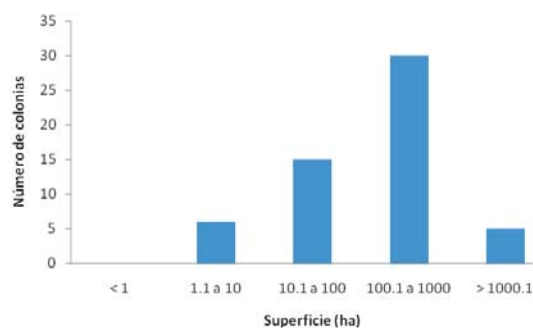


Fig. 3. Áreas de las colonias de perrito llanero mexicano por categorías de superficie.

No se encontraron colonias menores a 1 ha. Las cinco colonias de la categoría 2, “Lechuzas”, “Tokio” y “Esperanzas”, todas en Nuevo León; y “Buñuelos 1” (también llamada “Charco”), “Cercado 4” y “Emiliano Zapata”, todas en Coahuila, presentan las interacciones más bajas (valores bajos de  $I_i$ ), explicadas porque sólo tienen de una a tres vecindades, están poco aisladas (altos valores de  $r_i$ ) y mal conectadas (alto valor de  $a_i$ ); excepto “Tokio” que ha disminuido su tamaño por el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*). Por otro lado, “Cercado 4” es la excepción, tiene buena interacción (alto valor de  $I_i$ ), bajo aislamiento (alto valor de  $r_i$ ) y alta conectividad (bajos valores de  $a_i$ ) por sus seis vecindades. Las colonias “Lechuzas” y “Esperanzas” son registros nuevos dentro del rango geográfico histórico de *C. mexicanus*.

En la categoría 3, hay 15 colonias, a cinco se les encuentra en San Luis Potosí, en “Tanque de López”, “Gallo 1”, “Gallo 2”, “Gallo 3” y “El Salado”, todas están bien conectadas, tienen buena interacción y bajo aislamiento. Las cinco colonias de Coahuila: “Cercado 3”, “Los Ángeles 4”, “Buñuelos 2”, “Chamalote 1” y “Hormigas 2” son las de mayor conectividad de esta categoría, con buena interacción y bajo aislamiento. Lo mismo sucede para las cinco colonias de Nuevo León: “Salinas Refugio”, “Refugio de Rancherías 2”, “Prado” y “Providencia”, excepto “El Rusio”, que está aislada y, por lo tanto, no tiene conectividad ni interacción.

El mayor número de colonias está en la categoría 4: 50% en Nuevo León (15 colonias), 46.6% (14 colonias) en Coahuila, y 3.3% (1 colonia) en San Luis Potosí. En promedio, las colonias de esta categoría se encuentran bien conectadas, poco aisladas y con buena interacción. En Nuevo León son: “San Joaquín”, “Refugio de Rancherías 1”, “Erial”, “La Trinidad 2”, “Solís”, “Refugio de Ibarra”, “Hedionda 2”, “Salero”, “Nueva Primavera”, “El Guerrero”,

“Hedionda 1”, “La Trinidad 1”. Las de Coahuila: “Cercado 5 y 6”, “Venado 2 y 3”, “Hormigas 3, 4 y 5”, “San José del Retiro”, “Chamalote 2”, “Las Puyas 1 y 2”, “Los Ángeles 3”, “Cercado 1 y 2”, “Los Ángeles 1”, “Artesillas”, “Hormigas”, “Los Ángeles 2”, “Encarnación Guzmán” y “El Hurón 3”. Las excepciones de esta categoría son: “El Manantial”, en San Luis Potosí, “Ciénega del Toro”, “El Potosí”, “El Salero”, “San Ignacio Texas” (nuevo registro). En Nuevo León, estas colonias están aisladas y, por lo tanto, mal conectadas y con muy baja o nula interacción.

En contraste, las colonias de la categoría 5: “La Soledad”, Nuevo León; “Gómez Farías”, y “La India”, ambas en Coahuila, tienen mala conectividad, baja interacción y alto aislamiento. Y las colonias “La Perforadora” y el “Hurón”, ambas en Coahuila, tienen más vecindades que les permiten mejor conectividad y, por lo tanto, mayor interacción y menor aislamiento. A pesar de esto, gran parte de la superficie de “La Soledad” es un Área Natural Protegida (ANP); una porción de “La India” es una propiedad privada, que ha mostrado interés en la conservación del perrito llanero y el gorrión de worthen;<sup>5,26</sup> y “Gómez Farías” actualmente no está sujeta a presiones por agricultura o ganadería.

Se observó, en Nuevo León, que el cultivo de la papa es el factor de fragmentación presente en áreas que fueron hábitat del *C. mexicanus*; en años anteriores coincidió con pastoreo. En Estrada-Castillón *et al.*<sup>27</sup> pueden consultarse los periodos dedicados a esta actividad. En contraste, el ANP “Llano La Soledad” cubre colonias de perrito llanero mexicano en la “Hediondilla”, “La Soledad” y “La Trinidad”, quitando presión por fragmentación a estos hábitats. Estas ANP benefician a muchas especies ligadas a *C. mexicanus*.

En Coahuila se observó un aumento considerable en la superficie de colonias activas de 71% (de 83 km<sup>2</sup> a 142 km<sup>2</sup>), actualmente es el estado con

mayor superficie de colonias; la agricultura no ejerce alta presión de fragmentación y hay interés en conservar la especie.

En San Luis Potosí no observamos agricultura y pastoreo que pudieran ejercer presión de fragmentación en las colonias de este estado, el análisis estadístico indica que la formación del archipiélago de cinco de las colonias permite la buena conectividad e interacción entre éstas. La colonia más grande, “El Manantial”, está aislada del archipiélago, y el rango histórico muestra que se reduce el rango geográfico del sur, debido al aislamiento y nula interacción de esta colonia.

## Resumen

Se aplicó un análisis de fragmentación a las colonias activas de perrito llanero mexicano, se calcularon estadísticas de interacción, aislamiento y conectividad. La superficie registrada en este estudio es de 284.2 km<sup>2</sup>. En el estado de Nuevo León se encontró 47.5% (135.1 km<sup>2</sup>) de la superficie total, en este estado se ha mantenido el número de colonias en 26, pero su tamaño ha disminuido, ocasionando que estén aisladas y mal conectadas. En Coahuila se encontró 50.4% (143.2 km<sup>2</sup>), siendo éste el estado en el que aumentó la superficie de colonias, reflejándose en una mejor conexión, menor aislamiento y mayor interacción, inclusive aumentaron las colonias de 20 a 26. En San Luis Potosí se registró 2.1% (5.9 km<sup>2</sup>) de la superficie total, lo que refleja la disminución del número de colonias de 10 a 6, y en el análisis de fragmentación se encontró que cinco de las colonias forman un archipiélago que les permite una buena conectividad e interacción entre éstas, con un bajo aislamiento; caso contrario, con la colonia más grande, “El Manantial”, que está aislada y no tiene interacción ni conectividad. Las colonias de San Luis Potosí están separadas por más de 45 km de las de Coahuila y Nuevo León, lo cual las mantiene aisla-

das por esta distancia y barreras geográficas naturales. Las colonias de Coahuila y Nuevo León mantienen una baja interacción y aislamiento, aunque presentan un grado bajo de conexión que podría permitir la dispersión intercolonial.

*Palabras clave:* Análisis de fragmentación, Colonia-parche, Perrito llanero mexicano, Interacción, Aislamiento, Conectividad, *Cynomys mexicanus*.

## Abstract

Through a fragmentation analysis on prairie dog active colonies, interaction, isolation, and connectivity statistics were evaluated. The studied surface includes 284.2 km<sup>2</sup>, 47.5% (135.1 km<sup>2</sup>) of which is located in the State of Nuevo León. In this State, the prairie dog colony number has remained the same, but their size has decreased, causing them to be isolated and poorly connected. In Coahuila the surface is 50.4% (143.2 km<sup>2</sup>), being the area where the colonies surface has increased, showing better connection, low isolation and higher interaction, with an increase in number of colonies raised from 20 to 26. In San Luis Potosí only 2.1% (5.9 km<sup>2</sup>) of the surface was recorded, with a decrease in colonies from 10 to 6; the colonies have the lowest interaction, they are isolated and poorly connected. The colonies in San Luis Potosí are separated by more than 45 km from the ones in Coahuila and Nuevo León, which keeps them isolated because of the distance and natural geographic barriers. The colonies in Coahuila and Nuevo León keep a low interaction and isolation, though they show a low degree of connection which could allow the intercolonial dispersion.

*Keywords:* Fragmentation Analysis, Patch-colony, Mexican prairie dog, Interaction, Isolation, Connectivity, *Cynomys mexicanus*.



## Referencias

- Pizzimenti, J.J., McClenaghan, L.R. 1974. Reproduction, growth and development, and behavior in the mexican prairie dog, *Cynomys mexicanus* (Merriam). The American Midland Naturalist 92(1): 130-145.
- Pizzimenti, J.J. 1975. Evolution of the prairie dog genus *Cynomys*. Occasional papers of the Museum of Natural History. The University of Kansas, Lawrence, Kansas 39(10): 1-73.
- González-Saldívar, F.N. 1990. Der Präriehund (*Cynomys mexicanus* Merriam, 1892) im nordosten Mexikos. Entwicklung eines Modelles zur Beurteilung seines Lebensraumes. Ph.D. Dissertation, Ludwig-Maximilian-Universität, Munich, Germany. 45 pp.
- Ceballos, G., Mellink, E., Hanebury, L. 1993. Distribution and conservation status of prairie dogs *Cynomys mexicanus* and *Cynomys ludovicianus* in Mexico. Biological Conservation 63: 105-112.
- Treviño-Villarreal, J., Grant, W. 1998. Geographic range of the endangered Mexican prairie dog (*Cynomys mexicanus*). Journal of Mammalogy 79(4):1273-1287.
- Scott-Morales, L.M., Estrada, E., Chávez-Ramírez, F., Cotera, M. 2004. Continued decline in geographic distribution of the mexican prairie dog (*Cynomys mexicanus*). Journal of Mammalogy 85(6): 1095-1101.
- CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora). 2000. Listado vigente de las especies incluidas en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, Geneve, Suiza. 684 p.
- Unión Mundial para la Naturaleza (UICN). 2001. IUCN Red List Categories and Criteria: Versión 3.1. IUCN Species Survival. Commission. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Gran Bretaña.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, lista de especies en riesgo. Secretaría de Gobernación. 30 de diciembre de 2010. México.
- Garret, G.M., Franklin, L. W. 1988. Behavioral ecology of dispersal in the black-tailed prairie dog. Journal of Mammalogy 64(2): 236-256.
- Hoogland, L.J. (Editor). 2006. Conservation of the Black-tailed Prairie Dog. Saving North America's Western Grasslands. Island Press. 350 pp.
- Greenwood, P.J. 1980. Mating systems, philopatry and dispersal in birds and mammals. Animal behavior. 28: 1140-1162.
- Dobson, F.S., Chesser, R. K., Hoogland, J.L. 1997. Do black-tailed prairie dogs minimize inbreeding?. Evolution. 51(3): 970-978.
- Marcé, S., E. 2001. Distribución actual y fragmentación de las colonias de perros llanero de cola negra (*Cynomys ludovicianus*) en el noreste de Chihuahua, México. Tesis de licenciatura. UNAM. 78 pp.
- Hanski, I. 2002. Metapopulation ecology. University press Oxford. Gran Bretaña. 313 p.
- Yeaton, Richard I., José L. Flores-Flores. 2006. Patterns of occurrence and abundance in colony complexes of the mexican prairie dog (*Cynomys mexicanus*) in productive and unproductive grasslands. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 22(3): 107-130.
- Forman, R.T., Godron, M. 1986. Landscape ecology. John Wiley and Sons. NY. 619 pp.
- Medrano, Padilla M. 2010. Efecto de la fragmentación del hábitat sobre el perrito llanero *Cynomys mexicanus* en Galeana, Nuevo León, México. Tesis de maestría en ciencias. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 88 pp.
- Pianka, E.R. 1988. Evolutionary ecology. 4a.ed. Harper and Row. 467 pp.
- MacKenzie, D.I., Nichols, J.D., Royle, J.A., Pollock, K.H., Bailey, L.L., Hines, J.E. 2006. Occupancy estimation and modeling. Inferring patterns and dynamics of species occurrence. Elsevier. 324 pp.

21. Dramstad, E.W., Olson, D.J., Forman, T.T. 1996. Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning. Island press. 80 pp.
22. List, R. 1997. Ecology of kit fox (*Vulpes macrotis*) and coyote (*Canis latrans*) and the conservation of prairie dog ecosystem in northern Mexico. PhD. Dissertation. University of Oxford, Michaelmas Term. 158 pp.
23. Elkie, C.P., Rempel, S.R., Carr, P.A. 1999. Patch analyst user's manual a tool quantifying landscape structure. NWST Technical Manual TM-002. Ontario. 22 pp.
24. McGarigal, K., Marks, J.B. 1994. FRAGSTATS. Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Forest Science Department. Oregon State University. 134 pp.
25. Cruz, M. 2007. Crean santuario para el gorrión de Worthen. Boletín electrónico de Pronatura Noreste A. C. Núm. 8, pp.1.
26. Canales-del Castillo, R., González-Rojas, J.I., Ruvalcaba-Ortega, I., García-Ramírez, A. 2010. New breeding localities of Worthen's Sparrows in northeastern Mexico. Journal Field Ornithology 81(1):5-12.
27. Estrada-Castillón, E., Scott-Morales, L., Villarreal-Quintanilla, J.A., Jurado-Ybarra, E., Coteria-Correa, M., Cantú-Ayala, C., García-Pérez, J. 2010. Clasificación de los pastizales halófilos del noreste de México asociados con perrito de las praderas (*Cynomys mexicanus*): diversidad y endemismo de especies. Revista Mexicana de Biodiversidad. 81: 401- 416.

*Recibido: 4 de octubre de 2011*

*Aceptado: 18 de noviembre de 2011*